

[First Hit](#)[Previous Doc](#)[Next Doc](#)[Go to Doc#](#)

Generate Collection

Print

L15: Entry 1 of 2

File: JPAB

Dec 5, 2003

PUB-NO: JP02003345416A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2003345416 A

TITLE: OPTIMIZATION METHOD OF PRODUCTION PLANNING AND OPTIMIZATION PROGRAM OF PRODUCTION PLANNING

PUBN-DATE: December 5, 2003

## INVENTOR-INFORMATION:

NAME

COUNTRY

OTA, YOSHINORI

IAO, BIIN CHOA

## ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

COUNTRY

MITSUBISHI CHEMICALS CORP

APPL-NO: JP2002149518

APPL-DATE: May 23, 2002

INT-CL (IPC): G05 B 19/418; G05 B 13/02; G05 B 13/04; G06 F 17/60

## ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To efficiently create an optimum production plan without simplification of a production model or assumption of consumed quantity of raw materials.

SOLUTION: This system is provided with a step which divides a target process group into plural and defines a plurality of models, which interconnects units indicating kinds of each process in a simulative manner, a step which formulates each of the models as a mathematical programming problem that is composed of more than one constraint formula based on units each model has and interconnection relationship of them, and a step that the mathematical programming problem is sequentially solved considering a prescribed production condition in the order opposite to a flow of a material/product, the solution is the optimum solution of the production planning when the obtained solution meets a certain standard, and the optimum solution of the production planning is calculated by solving the mathematical programming problem considering the production condition and the solution in the order along the flow of the material/product when the obtained solution does not meet the certain standard.

COPYRIGHT: (C) 2004, JPO

[Previous Doc](#)[Next Doc](#)[Go to Doc#](#)

BEST AVAILABLE COPY

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2003-345416

(P2003-345416A)

(43)公開日 平成15年12月5日(2003.12.5)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード <sup>*</sup> (参考)
G 0 5 B 19/418		G 0 5 B 19/418	Z 3 C 1 0 0
13/02		13/02	K 5 H 0 0 4
13/04		13/04	
G 0 6 F 17/60	1 0 8	G 0 6 F 17/60	1 0 8

審査請求 未請求 請求項の数6 OL (全 14 頁)

(21)出願番号 特願2002-149518(P2002-149518)

(22)出願日 平成14年5月23日(2002.5.23)

(71)出願人 000005968

三菱化学株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目5番2号

(72)発明者 太田 好則

茨城県鹿島郡神栖町東和田17番地1 三菱  
化学株式会社内

(74)代理人 100092978

弁理士 真田 有

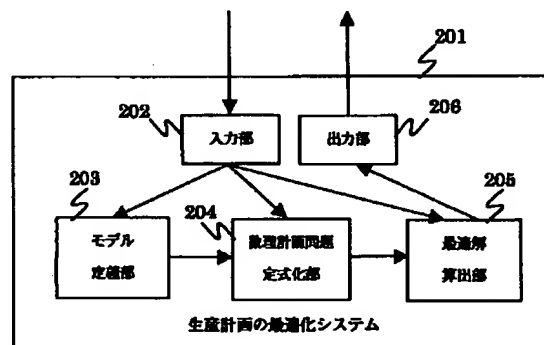
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 生産計画の最適化方法及び生産計画の最適化プログラム

(57)【要約】 (修正有)

【課題】 生産モデルの簡略化や原料使用量等の仮定を伴うことなく、最適な生産計画を効率的に作成できるようにする。

【解決手段】 対象となる工程群を複数に分割して、各工程の種類を模式的に表わすユニットを相互に接続してなる複数のモデルを定義するステップと、前記複数のモデルの各々を、各モデルが有するユニット及びその相互接続関係に基づいて、一以上の制約式からなる数理計画問題として定式化するステップと、前記数理計画問題を、所定の生産条件を考慮しながら原料／製品の流れとは逆の順序で順次解いていき、得られた解が一定の基準を満たす場合には前記解を前記生産計画の最適解とするとともに、得られた解が一定の基準を満たさない場合には、前記生産条件に併せて前記解を考慮しながら前記数理計画問題を前記原料／製品の流れに沿った順序で解いていくことにより、前記生産計画の最適解を算出するステップとを備える。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 連続する工程群を実施することにより一以上の原料から一以上の製品を生産する生産設備群について、単位期間当たりの生産計画を策定するに当たり、所定の実生産条件の下で生産費用が最小に又は生産収益が最大になるように、前記生産計画を最適化する方法であって、

前記工程群を複数に分割して、各工程の種類を模式的に表わすユニットを相互に接続してなる複数のモデルを、原料／製品の流れに沿って連続するよう、且つ隣接する二以上のモデルが一以上のユニットを共有するように定義するモデル定義ステップと、

該モデル定義ステップにおいて定義された前記複数のモデルの各々について、各モデルが有するユニット及びその相互接続関係に基づき制約式を作成し、各モデルにおける生産計画を解とする数理解計画問題を定式化する数理解計画問題定式化ステップと、

該数理解計画問題定式化ステップにおいて定式化された複数の数理解計画問題を、前記生産条件を考慮しながら、原料／製品の流れとは逆の順序で順次解いていき、得られた解が一定の基準を満たす場合には、前記解を前記生産計画の最適解とするとともに、得られた解が一定の基準を満たさない場合には、前記生産条件に併せて前記解を考慮しながら、前記数理解計画問題を前記原料／製品の流れに沿った順序で解いていくことにより、前記生産計画の最適解を算出する最適解算出ステップとを備えることを特徴とする、生産計画の最適化方法。

【請求項2】 該最適解算出ステップにおいて、任意のモデルの数理解計画問題について算出された最適解を、前記任意のモデルに隣接するモデルの数理解計画問題の目標制約値として利用することを特徴とする、請求項1記載の生産計画の最適化方法。

【請求項3】 該最適解算出ステップにおいて任意の実生産計画（以下「下位生産計画」と呼ぶ。）の最適解を算出した後、前記下位生産計画の最適解の算出結果を利用して、前記下位生産計画の対象範囲を含むより大規模の対象範囲に対する生産計画（以下「上位生産計画」と呼ぶ。）を策定することを特徴とする、請求項1又は請求項2に記載の生産計画の最適化方法。

【請求項4】 前記工程群に関する情報、前記生産条件に関する情報、該モデル定義ステップにおける前記モデルの定義に関する情報、該数理解計画問題定式化ステップにおける前記数理解計画問題の定式化に関する情報、及び該最適解算出ステップにおける前記最適解の算出に関する情報のうち少なくとも何れかからなる情報群（以下「最適化関連情報群」と呼ぶ。）を記憶・更新・変更し得る最適化関連情報データベースを用いて、上記最適化関連情報群を該最適化関連情報データベースにより一元的に管理することを特徴とする、請求項1～3の何れか一項に記載の生産計画の最適化方法。

【請求項5】 生産設備群全体の原料・製品の入出力に関する各種情報からなる情報群（以下「生産設備群関連情報群」と呼ぶ。）を記憶・更新・変更し得る生産設備群関連情報データベースを用いて、上記生産設備群関連情報群を該生産設備群関連情報データベースにより一元的に管理することを特徴とする、請求項1～4の何れか一項に記載の生産計画の最適化方法。

【請求項6】 連続する工程群を実施することにより一以上の原料から一以上の製品を生産する生産設備群について、単位期間当たりの生産計画を策定するに当たり、生産条件の下で生産費用が最小に又は生産収益が最大になるように前記生産計画を最適化するべく、コンピュータ・システムを機能させるためのプログラムであって、請求項1～5の何れか一項に記載の生産計画の最適化方法を構成する各ステップに対応する動作を実行する手段として該コンピュータ・システムを機能させることを特徴とする、生産計画の最適化プログラム。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、連続する工程群を実施することにより原料から製品を生産する、プラント、プラント・コンプレックス、コンビナート等の生産設備群において、経済指標、原料特性、運転特性、運転制約、運転コスト、製品需要等の時期や設備に依存する様々な変動要因を考慮しながら、日々の生産計画や月々の生産計画を策定するに当たり、生産費用が最小に又は生産収益が最大になるように生産計画を最適化する方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、複数の生産設備からなるプラントやコンビナート、及び相互に関連する複数のプラントから構成されるプラント・コンプレックス等（以下、これらを「生産設備群」と総称する。）では、バッチプロセスや連続プロセス（連続工程群）等の各種の工程又は工程群を実施することにより、原料から製品を生産しているが、一般に、各生産設備にてこれらの工程又は工程群を実施する前に、生産設備群全体を対象として綿密な生産計画が作成される。

【0003】図6に、連続工程群を実施する生産設備群の一つである、プラント・コンプレックスにおける工程フローの例を模式的に示す。図6のプラント・コンプレックスPCは、外部から供給された原料から2種類の第1の中間製品X<sub>1</sub>、Yを製造する最も上流のプラントAと、プラントAで製造された種類X<sub>1</sub>の第1の中間製品を原料として第2の中間製品X<sub>2</sub>を製造するプラントBと、プラントBで製造された第2の中間製品X<sub>2</sub>を原料として最終製品Z<sub>1</sub>を製造するプラントCと、プラントAで製造された種類Yの第1の中間製品を原料として最終製品Z<sub>2</sub>を製造するプラントDとを備えている。また、プラント・コンプレックスPCは、それぞれの中間

50

製品、最終製品を製造する過程で、燃料油、燃料ガス、蒸気等のユーティリティ（用役）を消費又は副生する。

【0004】なお、現実には、プラントAとプラントCとの間にはプラントBのみが介在するとは限らず、更に多数のプラントが介在していたり、更には、プラントAからプラントB、Dとは別の系列のプラント列に同一若しくは別の種類の第1の中間製品が供給され、同一若しくは別の種類の製品が生産されていたりする場合もある。また、プラントAで複数種類の原料が使用されたり、プラントB、C、Dで一又は二以上の中間原料が使用されたりする場合もある。

【0005】このようなプラント・コンプレックスは、相互に密接に関連したプラントの集合であるから、プラント・コンプレックスで種々の製品を生産する場合、プラント間での原料／製品又は原料／中間製品／最終製品の流れや量的な需要／供給関係等や、各プラントにおける運転制約・設備制約等が、プラント間及びプラント内の制約条件として確立されている。各プラントを運転する際には、これらの制約条件に基づき、プラント・コンプレックス全体を対象とした生産計画が策定される。こうした計画がなければ、個々のプラントをばらばらに運転することになり、統制が取れた経済的な生産を持續することができなくなるからである。

【0006】生産計画の策定は、一定の期間を単位として行なわれる。短期的な単位、例えば日単位で策定された生産計画は、日々のスケジューリングとして、実際のプラント・オペレーションの運転目標に反映される。また、より長期的な単位、例えば月単位で策定された生産計画は、月々のプランニングとして、1～数月前から計画が必要な定期メンテナンス計画時のプラント・コンプレックスの概略バランスや、マテリアルを搬送する船の手配等に用いる日々のスケジューリングのベースとして利用される。また、月々のプランニングでは、特に予算等の計画の作成のために、例えば一年等の長期間について、月々の生産計画が行なわれる場合もある。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上述した生産設備群についての生産計画の策定は、各生産設備における製品の生産能力や生産特性等を制約条件として、生産費用を最小にする様に、又は、生産収益を最大にする様に、生産計画を最適化しながら行なわれる。ここで、各生産設備における製品の生産特性とは、単位量の製品を生産するのに必要な原料や用役等の量的関係を表わすものである。

【0008】このような生産計画の最適化を行なうシステムが各種、実用化されてきた。しかし、これらのシステムは、バッチプロセス等の、個々の工程が非連続で独立に完結している、比較的単純な工程群を対象とするものか、または、図6に示す様に複数の工程が連続して実施

される連続工程群を対象とする場合でも、(1)生産設備群全体を単一のモデル(数理計画モデル)として定式化し、単一の目的関数を用いて最適解を求める、或いは、(2)生産設備群を複数のモデルに分割して定式化し、各々のモデルについての目的関数を作成して、原料／製品又は原料／中間製品／最終製品の流れ(工程フロー)に沿った順序で、上流側の目的関数で得られた最適解を用いて下流側のモデルについての計算を行なうものであった。即ち、例えば原料から中間製品を経由して最終製品とする場合、従来技術(1)では、これらの工程全体を一つのモデルに定式化して最適計算を行なうのに対して、従来技術(2)では、これらの工程を複数のモデルに定式化して、上流側のモデルの計算結果を使って順次下流のモデルを計算していた。

【0009】しかしながら、対象となる生産設備群の範囲が広い場合や、生産計画の対象期間が長い場合、或いは連続工程の関係が複雑な場合に、従来技術(1)に従って生産設備群全体を単一のモデルに定式化すると、モデルに含まれる式数が莫大となつて解の収束性が悪化してしまい、計算に膨大な時間がかかるばかりか、モデルに非線形形式が含まれると、解が収束不能に陥る可能性も少なくない。

【0010】また、一般的な連続プロセスでは、製品デマンドを満たすべく生産計画を立案する必要がある場合が多いが、従来技術(2)に従って、このような連続プロセスを複数のモデルに分離して定式化し、これを工程フローの上流から逐次計算していくと、最終製品のデマンドに合わせた計算が困難である上に、上流側のモデルの計算時には、最終製品のデマンドを考慮しない目的関数を使わざるを得ない。よって、得られる解が最適な生産計画から乖離してしまう可能性が高く、場合によっては、得られる解が実行不可能となってしまう、という課題があった。

【0011】これらの課題を解決するために、従来は、モデルを簡略化したり、工程フローの上流側に原料使用量等の仮定をおいたりして、計算を行なっていた。しかし、こうして得られた生産計画をそのままプラントの運転に反映させると、最小コスト又は最大利益から逸脱する場合があります。また、運転不可能な生産計画を算出してしまいかねない。よって、生産モデルの簡略化や原料使用量等の仮定を伴う場合には、簡略化や仮定の内容を変えて多数のケーススタディーを行ない、得られる計算結果の方向性を確認した上で、その計算結果に生産計画の担当者が調整を加えて、各生産設備への最終的な運転指示を作成する必要があり、非効率で手間がかかるという課題があった。

【0012】更に、従来技術(1)では、担当者間の調整事項やその調整の目標値の提示など、通常はモデルで表現できない制約事項については、そのままでは解に反映されないため、得られた解に対して生産計画の担当者

が調整を加えてそれらの事項を反映させなければならず、やはり非効率で手間がかかるという課題があった。

【0013】本発明は、上述の課題に鑑みてなされたものである。すなわち、本発明の目的は、生産計画の対象範囲が広い場合や連続工程が複雑な場合、或いは最終製品に関する製品デマンド等の制限条件が存在する場合でも、生産モデルの簡略化や原料使用量等の仮定を伴うことなく、最適な生産計画を効率的に作成することが可能な、生産計画の最適化システムを提供することに存する。

#### 【0014】

【課題を解決するための手段】そこで、本発明者らは、上記の課題を解決すべく鋭意検討した結果、工程群を複数に分割して、隣接する二以上のモデルが一以上のユニットを共有するように複数のモデルを定義するとともに、これらのモデルについて定式化した数理計画問題を原料／製品の流れとは逆の順序で順次解いていき、必要に応じて原料／製品の流れに沿った順序で解いていくことによって、大規模で複雑な連続工程に対しても、最終製品に関する制限条件を考慮しながら、効率的な生産計画の最適化が可能になるとの知見を得、本発明を完成するに至った。

【0015】すなわち、本発明の要旨は、連続する工程群を実施することにより一以上の原料から一以上の製品を生産する生産設備群について、単位期間当たりの生産計画を策定するに当たり、所定の生産条件の下で生産費用が最小に又は生産収益が最大になるように前記生産計画を最適化する方法であって、前記工程群を複数に分割して、各工程の種類を模式的に表わすユニットを相互に接続してなる複数のモデルを、原料／製品の流れに沿って連続するよう、且つ隣接する二以上のモデルが一以上のユニットを共有するように定義するモデル定義ステップと、該モデル定義ステップにおいて定義された前記複数のモデルの各々について、各モデルが有するユニット及びその相互接続関係に基づき制約式を作成し、各モデルにおける生産計画を解とする数理計画問題を定式化する数理計画問題定式化ステップと、該数理計画問題定式化ステップにおいて定式化された前記数理計画問題を、前記生産条件を考慮しながら、原料／製品の流れとは逆の順序で順次解いていき、得られた解が一定の基準を満たす場合には、前記解を前記生産計画の最適解とするとともに、得られた解が一定の基準を満たさない場合には、前記生産条件に併せて前記解を考慮しながら、前記数理計画問題を前記原料／製品の流れに沿った順序で解いていくことにより、前記生産計画の最適解を算出する最適解算出ステップとを備えたことを特徴とする生産計画の最適化方法に存する。

【0016】また、本発明の別の要旨は、前記方法を実施するべくコンピュータ・システムを機能させるためのプログラムであって、前記方法を構成する各ステップに

対応する動作を実行する手段として該コンピュータ・システムを機能させることを特徴とする、生産計画の最適化プログラムに存する。

#### 【0017】

【発明の実施の形態】以下、本発明について詳細に説明する。本発明に係る生産計画の最適化方法は、連続する工程群を実施することにより原料から製品を生産する生産設備群について、単位期間当たりの生産計画を策定するに当たり、所定の生産条件の下で生産費用が最小に又は生産収益が最大になるように、生産計画を最適化するものである。

【0018】そして、本発明では、工程群を複数に分割して、各工程の種類を模式的に表わすユニットを相互に接続してなる複数のモデルを、原料／製品の流れに沿って連続するよう、且つ隣接する二以上のモデルが一以上のユニットを共有するように定義する。そして、これら複数のモデルの各々について、各モデルが有するユニット及びその相互接続関係に基づき制約式を作成し、各モデルにおける生産計画を解とする数理計画問題を定式化する。更に、前記生産条件を考慮しながら、前記数理計画問題を原料／製品の流れとは逆の順序で順次解いていき、得られた解が一定の基準を満たす場合には、前記解を前記生産計画の最適解とするとともに、得られた解が一定の基準を満たさない場合には、前記生産条件に併せて前記解を考慮しながら、前記数理計画問題を前記原料／製品の流れに沿った順序で解いていくことにより、前記生産計画の最適解を算出することを、その特徴としている。

【0019】以下、本発明の実施の形態について、図面を参照しながら詳細に説明する。なお、以下の記載では説明の便宜のため、連続工程群において直接的に扱われる原料、中間原料、中間製品、最終製品等の物資を、マテリアル（又は原料・製品）と総称する場合がある。また、連続工程において間接的に利用される燃料油、燃料ガス、蒸気等の物資を、ユーティリティ（又は用役）と総称する場合がある。

【0020】図1は、本発明の一実施形態に係る生産計画の最適化方法を実施するためのシステム（本実施形態の生産計画の最適化システム）の構成を模式的に表わす図である。図1に示すように、本実施形態の生産計画の最適化システム201は、入力部202、モデル定義部203、数理計画問題定式化部204、最適解算出部205、出力部206の各機能要素を備えて構成される。

【0021】入力部202は、生産計画の最適化の対象となる生産設備群の連続工程群に関する情報や生産条件に関する情報を適宜、入力されるようになっている。また、モデル定義部203におけるモデルの定義に関する情報や、数理計画問題定式化部204における数理計画問題の定式化に関する情報、最適解算出部205における最適解の算出に関する情報なども適宜、入力が可能で

ある。更に、入力された情報をその内容に応じて適宜、後述するモデル定義部203、数理計画問題定式化部204、最適解算部205の何れかに送信するようになっている。これらの情報の入力の手法は任意であり、データベースからの入力、電子ファイルによる入力、本システムの操作者による手入力等の各種手法を用いることができる。

【0022】モデル定義部203は、入力部202で入力された連続工程群に関する情報に基づいて、所定の分割条件の下で、連続工程群を複数のグループに分割し、これら複数のグループに対応する複数のモデルを定義するようになっている。ここで、モデルとは、各工程の種類（タンクにおける保管工程、ミキサによる混合工程、リアクタによる反応工程、等）を模式的に表わすユニットを相互に接続することにより、対象となるグループに含まれる工程群の構成を模式的に表わしたものである。モデル定義部203では、原料／製品の流れに沿って連続するように、複数のモデルの定義を行なうようになっている。

【0023】ここで、原料／製品の流れ（又はマテリアルの流れ）とは、原料から中間原料・中間製品を経て最終製品に至る流れを指す。先に挙げた図6のプラント・コンプレックスにおける連続工程群を例に採って説明すると、プラントAにおいて原料から中間製品X1を製造し、プラントBにおいて中間製品X1から第2の中間製品X2を製造し、プラントCにおいて第2の中間製品X2から最終製品Z1を製造する流れ、及び、プラントAにおいて原料から中間製品Yを製造し、プラントDにおいて中間製品Yから最終製品Z2を製造する流れが、それぞれ原料・製品の流れに相当する。

【0024】一方、最終製品から中間製品・中間原料を経て原料に至る流れが、原料／製品の流れとは逆の流れとなる。図6の例では、プラントCで製造される最終製品Z1からその原料である第2の中間製品X2へ、プラントBで製造されるこの第2の中間製品X2からその原料である中間製品X1へ、さらにプラントAで製造されるこの中間製品X1からその原料へと至る流れ、及び、プラントDで製造される最終製品Z2からその原料である第1の中間製品Yへ、さらにプラントAで製造されるこの中間製品Yからその原料へと至る流れが、それぞれ原料／製品の流れとは逆の流れに相当する。

【0025】連続工程群の分割条件としては、一般には生産設備群の運転又は管理上の分割単位と一致するように行なうが、相互に複雑に関係し合う工程や、原料・製品が相互に移動し合う工程は、同一のグループに含まれるようにし、隣接するグループ間においては、原料／製品の流れが一方方向となるようにすることが好ましい。

【0026】なお、最上流のモデルの変数となる原料使用量と、最下流のモデルの変数となる製品生産量との整合性を取るために、各々のモデルは、その前後に隣接す

るモデルとの間で、一以上のユニットを共有するように定義する。即ち、隣接する二以上のモデルの各々に対して影響を及ぼすユニットを、これらのモデルの全てに組み込むようにする。

【0027】なお、モデル定義部203における連続工程群の分割及び複数のモデルの定義は、本システム201の使用者が、入力部202及び後述する出力部206によって実現されるGUI等のインターフェースを介して、適宜調整を加えながら詳細な作業を行なう様に構成することが好ましい。但し、対象とする生産設備群の種類によっては、モデル定義部203が所定のアルゴリズム等に従って自動的に工程群の分割及びモデルの定義を行なうように構成することも、勿論可能である。例えば、タンク群とプラント群との様に生産設備の種類毎に分割する、原料／製品の流れの本数が比較的少ない場所で分割する、隣接するモデル間で共有するユニットがタンクを含むようにする、等の規則を予め決めておき、これらの規則に従って自動的に工程群の分割を行なう。その後、こうした規則の形では表現できない事項を反映させるために、更に人為的な調整を加えてもよい。

【0028】なお、工程群の分割及びモデルの定義に関する各種の情報（工程群のグループ化の条件や使用できるユニットの種類等）は、モデル定義部203に予め記憶させておいてもよく、生産計画や生産設備群の内容に応じて適宜、外部から入力部202を通じて入力しても良い。

【0029】数理計画問題定式化部204は、モデル定義部203で定義された前記複数のモデルの各々について、各モデルが有するユニットの種類及びその相互接続関係、さらには所定の生産条件に基づいて一以上の制約式を作成することにより、これらの制約式の集合として、各モデルにおける生産計画を解とする数理計画問題を定式化するようになっている。

【0030】ここで、制約式とは、モデルにおける各種の制約を表現する式であり、以下に説明するバランス式と条件式とに分けられる。

【0031】バランス式は、マテリアル・バランス式（又は原料・製品のバランス式）とユーティリティー・バランス式（又は用役のバランス式）とに分けられる。

マテリアル・バランス式とは、モデルの各工程内及び各工程間、更には複数のモデルの工程間において定式化される、原料・製品の生産量・消費量等の収支バランス式のことを指す。一方、ユーティリティー・バランス式とは、モデルの各工程内及び各工程間、更には複数のモデルの工程間において定式化される、用役の生産・消費量等の収支バランス式のことを指す。これらのバランス式は、各ユニットの種類及びその相互接続関係に応じて、予め定められた基準に従って（例えば、所定のテンプレートや係数などを用いて）作成される。

【0032】一方、条件式とは、連続工程群の実施に関

する各種の条件を表わす式のことを指す。具体的には、各工程を実施する生産設備の稼働条件、各工程に使用される原料の入荷量や入荷日時に関する条件、用役の使用量や使用時間の制限に関する条件等の各種条件を表わす式が挙げられる。

【0033】これらの制約式（バランス式及び条件式）の定式化手法及びその形式は任意であり、必要に応じて公知の任意の手法を用いて、整数式、線形式、非線形式、及びこれらの混合式等の各種形式に定式化することができる。また、各制約式は等式であってもよく、不等式であっても良い。制約式の定式化に必要な情報（各種制約式のテンプレートや係数など）は、数理計画問題定式化部204に予め記憶させておいてもよく、生産計画や生産設備群の内容に応じて適宜、外部から入力部202を通じて入力した情報を用いても良い。

【0034】以上の手順で各モデルについて作成した制約式（バランス式及び条件式）の集合が、そのモデルを表わす数理計画問題となる。この数理計画問題を解くことによって、そのモデルにおける各変数（そのモデルにおいてまだ確定していない原料・製品や用役の生産量・消費量など）の最適値、ひいては、そのモデルにおける生産計画の最適解が得られることになる。

【0035】最適解算出部205は、数理計画問題定式化部204で定式化された複数の数理計画問題を、原料／製品の流れとは逆の順序で順次解いていき、必要に応じて原料／製品の流れに沿った順序で解いていくことにより、生産計画の最適解を算出するようになっている。

【0036】なお、数理計画問題を「解く」とは、その数理計画問題を最適化する条件の組を最適解として算出することを指す。具体的には、その数理計画問題に関連する種々の制約条件を考慮して適切な目的関数を設定し、この目的関数を最大又は最小とする解を求めることに相当する。ここで、原料・製品それぞれの在庫の価値又はコストを設定することにより、経済的な在庫の意味を式の形で表現することができるので、この式を数理計画問題に含めることによって、原料・製品の在庫量等を最適生産計画の算出に反映させることが可能となる。

【0037】目的関数の設定は、個々の数理計画問題の内容とその位置付けによって異なるが、通常は、生産費用が最小又は生産収益が最大の場合に最大値又は最小値を採る関数を、その数理計画問題の目的関数として設定する。通常目的関数を使用して数理計画問題を解いた場合に得られる最適解は、その上流側の数理計画問題の制約条件等を考慮しない場合、即ち、上流側の数理計画問題の制約条件を解除した場合における理想の解となる。ここで、その理想の解に近付けることを制約条件の一つとして、上流側の数理計画問題についての目的関数を設定し、最適解を算出する。更に上流側に数理計画問題があれば、同様に遡って解いていく。この様に、順次下流側の数理計画問題の最適解を制約条件として上流側

の数理計画モデルを解いていき、最上流の数理計画問題について最適解が算出されたら、今度はこの最適解の算出結果を再び下流側の数理計画問題の制約条件として、順次下流にむかって数理計画問題を解いていくことにより、最終的に、目的とするデマンドを満たすとともに、上流側のモデルと下流側のモデルとの間の整合性が取れた生産計画の最適解を得ることが可能となる。言わば、任意のモデルの数理計画問題から計算された最適解を、この任意のモデルに隣接するモデルの数理計画問題の目標制約値として利用するのである。

【0038】先に挙げた図6のプラント・コンプレックスにおける連続工程を例として、この最適解算出部205における動作を具体的に説明する。まず、プラントCのモデル（以下「プラントCモデル」と略称する。他のプラントについても以下、同様に略称する。）について定式化された数理計画問題を解いて、最適量又は目標量の製品Z1を生産するために必要な、第2の中間製品X2の最適性状及び最適量を算出する。次に、このプラントCモデルの数理計画問題の計算結果に従って、プラントBモデルにおいて第2の中間製品X2の目標となる性状及び量を入力し、プラントBモデルの数理計画問題を解いて、第1の中間製品X1の最適性状及び最適量を算出する。同様に、プラントDモデルの数理計画問題を使って、最適量の製品Z2を生産するために必要な、第1の中間製品Yの最適性状及び最適量を算出する。プラントBモデルの数理計画問題で計算された第1の中間製品X1の性状及び量と、プラントDモデルの数理計画問題で計算された第1の中間製品Yの性状及び量を目標値として、プラントAモデルの数理計画問題に入力し、原料の最適性状及び最適量を計算する。

【0039】ここで、それぞれのプラントモデルで計算された中間製品の性状及び量が、条件として設定した、前の計算結果である目標性状及び量に等しければ、この一連の計算は、各プラント間の整合性は取れているので、実行可能な最適解とすることができる。一方、それぞれのプラントモデルで計算された中間製品の性状及び量が、条件として設定した、前のモデルの計算結果である目標性状及び量との間に差がある場合には、再度マテリアルの流れに従って解く必要がある。例えば図6において、中間製品X1のプラントBモデルで計算された最適性状及び最適量の値と、これらの値を目標にプラントAモデルで計算された中間製品X1の最適性状及び最適量の間に差があれば、プラントAモデルで計算された中間製品X1の性状及び量をプラントBモデルに入力し、再度プラントBモデルを解く。そして、その計算結果である第2の中間製品X2の性状及び量をプラントCモデルに入力し、再度プラントCモデルを解き、最適な最終製品の量を計算する。

【0040】なお、最適解算出部205における最適化計算処理は、公知の様々な手法を用いることができ、市



販の最適化ソフトを利用して行なうことが可能である。また、最適化ソフトの計算起動命令と、得られた最適解データのコピー・ペースト命令とを組み合わせたマクロ又はプログラムを使用すれば、全数理計画問題を連続的に自動で解かせることができる。さらに、最適化計算処理の詳細な条件等の情報は、生産計画や生産設備群の内容に応じて適宜、外部から入力部202を通じて入力しても良い。

【0041】出力部206は、最適解算出部205で算出された生産計画の最適解（最適生産計画）を出力するようになっている。また、モデル定義部203において定義されたモデルの情報や、数理計画問題定式化部204において定式化された数理計画問題の情報なども、この出力部206を通じて適宜出力することが可能である。また、これらの情報の出力の形式は任意であり、ディスプレイ、データファイル、印字ファイル等の様々な形式で出力することができる。

【0042】以上、説明した本実施形態に係る生産計画の最適化システムによれば、連続工程全体を単一のモデルとして取り扱うのではなく、隣接する二以上のモデルが一以上のユニットを共有する複数のモデルに分割して定義するとともに、これらのモデルについて定式化した数理計画問題を、原料／製品の流れとは逆の順序で順次解いていき、必要に応じて原料／製品の流れに沿った順序で解いていくので、生産計画の対象範囲が広い場合や連続工程が複雑な場合、或いは製品デマンド等の最終製品に関する制限条件が存在する場合でも、生産計画の最適解を効率的に算出することができる。また、生産モデルの簡略化や原料使用量等の仮定を必要としないので、算出された最適解に調整を加える必要が無く、生産計画担当者の能力等に左右されない最適生産計画を得ることができる。よって、プラント等の各生産設備について運転効率の向上及び有効活用が可能となる。

【0043】また、従来技術(1)の様に工程群のグループ分けを行わず、連続工程全体を単一のモデルとして取り扱う場合、モデルの最適化を一度開始してしまうと途中で中断することができないのに対して、本実施形態に係る生産計画の最適化システムでは、工程群をグループ分けして複数のモデルとして定義し、それぞれのモデルについて数理計画問題を定式化することにより、モデル毎に数理計画問題の最適化計算を個別に実行するとともに、必要に応じてこれを中断することが可能となる。例えば、ある生産設備に対応するモデルについての最適化計算の結果を見て、担当者が他の生産設備に対応するモデルの制約条件の設定を行ないたい場合でも、担当者が最適化計算の間で計算処理を中断して、制約条件の手動設定等の操作を行なうことができる。

【0044】なお、最適解算出部205において、ある生産設備群についての一定期間における生産計画（これを「下位生産計画」とする。）の最適解が算出された

後、前記下位生産計画の最適解の算出結果を利用して、前記下位生産計画の対象範囲を含むより大規模の対象範囲に対する生産計画（以下「上位生産計画」と呼ぶ。）を策定できる様にしても良い。この場合、下位生産計画の最適解の算出後に、入力部202を通じて、この生産設備群に関連する他の生産設備の工程群や生産条件に関する情報が入力された場合に、下位生産計画の最適解の算出結果を用いて、新たに対象となった生産設備を含むより広い範囲の生産設備群についての生産計画（上位生産計画）を算出する様に構成する。

【0045】上位生産計画の策定の手法としては特に制限されず、任意の手法を用いるように構成すれば良いが、特に（I）本発明の生産計画の最適化方法による最適化、（II）通常最適化手法による最適化、及び（III）バランス計算による算出のうち、少なくとも何れかを実行することができるようにすることが好ましい。

【0046】これらのうち、（I）の手法は、新たに対象となった範囲の工程群について、本発明の手法を用いて、モデルの定義（それまでの対象範囲の工程群について定義されたモデルとの間で一以上のユニットを共有する様なモデルの定義）、作成されたモデルについての数理計画問題の定式化、定式化された数理計画問題についての最適解の算出（定式化された数理計画問題を、原料／製品の流れとは逆の順序で順次解いていき、場合によっては更に原料／製品の流れに沿った順序で解いていく）を行なうもので、上述したモデル定義部203、数理計画問題定式化部204、最適解算出部205の構成をそのまま利用することができる。

【0047】（II）の手法は、新たに対象となった範囲の工程群について、従来の最適化手法を用いて、モデルの定義（それまでの対象範囲の工程群について定義されたモデルとの間でユニットを共有化しない様なモデルの定義）、作成されたモデルについての数理計画問題の定式化、定式化された数理計画問題についての最適解の算出（定式化された数理計画問題を、原料／製品の流れに沿った順序で解いていく）を行なうもので、上述したモデル定義部203、数理計画問題定式化部204、最適解算出部205の構成に多少の改変を加えて利用することができる。

【0048】（III）の手法は、新たに対象となった範囲の工程群について、それまでの対象範囲の工程群との間でバランス式を作成し、下位生産計画の最適解の算出結果を用いてこれらのバランス式を解いていく（即ち、バランス計算を行なう）ことにより、新たに対象となった範囲についての生産計画を算出するものである。

【0049】なお、上記（I）～（III）の手法のうち、何れか一種類だけを実行する様に構成しても良いが、これらのうち複数の手法を実行できる様にするとともに、対象となる工程群の種類に応じて、適切な手法を選択して実行できる様に構成しても良い。勿論、上記



(I)～(III)の手法ではなく、別の任意の手法を用いて上位生産計画の策定を行なうようにしても構わない。

【0050】以上の構成によって、小さな範囲についての最適生産計画（下位生産計画）の算出結果を用いて、大きな範囲についての生産計画（上位生産計画）を効率的に策定することができるとともに、生産設備群の運用状況に応じて最適生産計画の対象範囲を変更することが容易となる。

【0051】なお、本実施形態の生産計画の最適化システムは、単体で使用することも勿論可能であるが、これを他のデータベース（後述する共通データベース111及びモデルデータベース112）と組み合わせて使用することも可能である。この場合の構成について、以下に説明する。

【0052】図2は、本発明の一実施形態に係る生産計画の最適化システムを他のデータベースと組み合わせて用いる場合の構成を模式的に表わす図である。図2に示すデータベースシステムDBSは、上述した生産計画の最適化システム201に加え、共通データベース111及びモデルデータベース112を備えて構成される。共通データベース111とモデルデータベース112、及びモデルデータベース112と生産計画の最適化システム201は、それぞれ相互に各種データを入出力できるように構成される。

【0053】モデルデータベース112は、生産計画の最適化システム201に使用される各種のデータ（計画対象となる生産設備群の連続工程群及び生産条件に関する情報、モデル定義部203におけるモデルの定義に関する情報、数理計画問題定式化部204における数理計画問題の定式化に関する情報、最適解算部205における最適解の算出に関する情報など）を管理するものである。一方、共通データベース111は、その管理対象データの一部分がモデルデータベース112と共通するものの、生産計画の最適化システム201とは無関係のデータも含むより広い範囲の様々なデータを管理するもので、具体的には、対象となる生産設備群全体の原料・製品の消費・生産バランスに関する計画や実績値等の情報、言い換えれば、生産設備群全体の原料・製品の入出力に関する情報を管理するものである。何れのデータベースも、対応するデータを記憶・更新・変更し得る様に構成される。

【0054】共通データベース111及びモデルデータベース112は、様々な入力に対応している。何れの入力も、データベース、電子ファイル、又は手入力による入力が可能である。モデルデータベース112への入力データとしては、プロセスの特性に関する係数、設備に起因する運転特性に関する係数、季節に起因する運転特性に関する係数、メンテナンス、日々の運転状況に応じた運転特性に関する係数、生産計画上の制約条件、及び

初期在庫情報等のプラントデータが挙げられる。一方、共通データベース111への入力データとしては、原料・製品の在庫情報、原料の消費計画情報、製品の生産予想情報、原料の消費実績情報、製品の生産実績情報等のデータが挙げられる。

【0055】図2に示す例において、入力A101、入力B102、入力C103は、各生産設備から共通データベース111に入力されるとともに、その一部は直接又は加工されてモデルデータベース112に入力されて、生産計画の最適化システム201の入力となる。また、入力D104、入力E105は、各生産設備からモデルデータベース112に入力され、直接又は加工されて生産計画の最適化システム201の入力となる。

【0056】一方、生産計画の最適化システム201による生産計画の最適解の計算結果は、モデルデータベース112に入力されるとともに、その計算結果の一部（生産設備群全体の消費・生産バランスに関する計画の計算結果）は、直接又は加工されて共通データベース111に入力される。そして、モデルデータベース112からは、生産計画の最適化システム201による生産計画の最適解の計算結果や、生産計画の最適化システム201に関するその他の各種情報（様々なバランス式の計算結果、運転指針となる運転条件の計算結果など）が、レポート122として出力される。また、共通データベース111からは、モデルデータベース112から入力された情報を含む、生産設備群全体の原料・製品等の入出力に関する情報や、これらの結果の加工データ等の情報が、レポート121として出力される。

【0057】この様に、生産計画の最適化システム201における生産計画の最適化に関する情報群（最適化関連情報群）を記憶・更新・変更し得るモデルデータベース112（最適化関連情報データベース）と、この最適化関連情報群とその一部が共通する、生産設備群全体の原料・製品の入出力に関する情報群（生産設備群関連情報群）を記憶・更新・変更し得る共通データベース111（生産設備群関連情報データベース）とを設けて、それぞれの情報を一元的に管理する構成とすることにより、遠隔地に存在するプラント等の各生産設備からの情報を効率的に収集・管理することができるとともに、各生産設備の運用状況や生産設備群全体の運用計画等に応じて、必要な範囲についての最適生産計画を効率よく迅速に算出することが可能となる。

【0058】特に、プラント・コンプレックスやコンビナート等の生産設備群を構成する、プラント等の個々の生産設備は、それぞれ異なる地域や異なる事業所に存在し、又は同一の事業所内でも異なる場所に存在している場合が多い。そして、個々の生産設備が様々な情報を使用している。こうした環境において、生産設備群毎に個別に情報を管理するのではなく、各種の情報通信ネットワークを用いて情報を収集し、上述の共通データベース

111及びモデルデータベース112にて集中管理すれば、情報の管理が効率化されるとともに、同種の情報の混在による行き違いを防ぐこともできる。また、各生産設備の運用状況や生産設備群全体の運用計画等に応じて、必要な範囲についての最適生産計画を効率よく迅速に算出することが可能となる。この他にも、入力した各種のデータや最適生産計画の算出結果、過去の情報の履歴等を効率的に検索することが可能である上に、遠隔地の生産設備等、離れた場所からの検索も容易であるという効果が得られる。

【0059】なお、以上説明した本実施形態の生産計画の最適化システム201、並びにこれと組み合わせて用いられる共通データベース111及びモデルデータベース112は、何れも、入力装置、記憶装置、演算処理装置（CPU、キャッシュ、RAM等から構成される一般的な演算処理装置を指す。）、出力装置等を備える既知の構成のコンピュータ・システムを使用して実現することができる。特に、最適化システム201の機能要素である入力部202は、キーボード等の入力装置と記憶装置とで構成され、モデル定義部203、数値計画問題定式化部204、最適解算部205は、演算装置で構成され、出力部206は、画面表示装置、プリンタ等の出力装置で構成される。

【0060】ここで、生産計画の最適化システム201の機能要素に相当する機能は、実際には、上記記憶装置や各種記録媒体に記録されたコンピュータ・プログラム（以下「生産計画の最適化プログラム」と呼ぶ。）を演算処理装置のRAMに読み出し、このプログラムを起動して演算処理装置のCPUで実行することにより、CPUの動作として、又はCPUと入力装置、記憶装置、出力装置等との協働動作として実現される。

【0061】ここで、この生産計画の最適化プログラムを、例えばCD-ROM、DVD-ROM、MOディスク等のコンピュータ読み取り可能な記憶媒体に記録しておき、必要に応じてこれを随時、コンピュータ・システムが有する記憶媒体読取装置（図示せず）を通じて直接、又はコンピュータ・システムの記憶装置にインストールした上で、実行して使用するのが好ましい。或いは、この生産計画の最適化プログラムを、コンピュータ・システムに接続された情報通信ネットワーク（図示せず。）を通じてアクセス可能な外部記憶領域（他のコンピュータ・システム等。図示せず。）に記録しておき、必要に応じてこれを随時、外部記憶領域から情報通信ネットワークを通じて直接、又はコンピュータ・システムの記憶装置にインストールした上で、実行して使用するのも好ましい。

【0062】以上、本発明の実施形態につき具体的に説明したが、本発明は上述の実施形態に限定されるものではなく、その要旨を越えない限りにおいて種々の形態で実施することが可能である。

【0063】

【実施例】次に本発明を実施例によりさらに具体的に説明するが、本発明はその要旨を越えない限り、以下の実施例に限定されるものではない。

【0064】図3は、本発明の実施例における生産計画の最適化の対象となるプラント・コンプレックス（生産設備群）を模式的に示すフロー図である。この図3に示すプラント・コンプレックスは、原料の供給部、原料タンク部、プラントプロセス部、製品及び中間製品タンク部、製品送り出し部からなり、それぞれ生産計画に必要なマテリアル・バランス式により成り立っている。更に、図3には示されていないが、各プラントのユーティリティーの消費、副生に関するユーティリティー・バランス式も含まれている。

【0065】図3のプラント・コンプレックスについて、個々のプラントの制約条件や複数のプラントのトータルの制約条件、及び、個々のプラントの製造コストや複数のプラントのトータルの製造コストを考慮しながら、原料タンク群（221～226）及び原料フィードミキサ（227、228）による性状の異なる二種類以上の原料の最適混合スケジュール、プラントW231及びプラントX232にフィードされる最適原料性状、プラントW231及びプラントX232で生産される製品及び中間製品の最適生産配分、プラントY233及びプラントZ234にフィードされる最適原料配分、並びに、プラントY233及びプラントZ234で生産される製品の最適生産配分からなる、日単位又は月単位の最適生産計画を算出する場合を考える。一ヶ月間にわたる日単位の生産計画を作成する場合、必要となる制約式数は70,000を越える膨大な数となる。

【0066】ここで、本発明の生産計画の最適化システムにより最適生産計画を算出する場合、まず、このプラント・コンプレックスを、各工程の種類を模式的に表わすユニットを相互に接続してなる複数のモデルに分割して定義する。図3に示す例では、プラント以外の工程については各ブロックが一つのユニットで表わされるが、プラントW～Z（231～234）については、その内部に複数の工程が含まれており、これらの工程の各々が一つのユニットとして表わされることになる。しかし、ここでは説明の便宜上、各プラント内の詳細な構成については省略して説明を進める。

【0067】ここで、図3のプラント・コンプレックスを、供給原料A～B（211～213）から原料タンク群（221～226）までのモデルであるタンクヤードモデル（図4）と、プラントへのチャージングタンクである原料タンクE（225）及び原料タンクF（226）から原料ミキサA（227）及び原料ミキサB（228）、更に製品D～M（248～253）までを含むモデルである製造モデル（図5）の、2種類のモデルに分割して定義する。即ち、タンクヤードモデルと製造モ

デルとは、原料タンクE(225)、原料タンクF(226)、原料ミキサA(227)、原料ミキサB(228)という4つのユニットを共有することになる。なお、図5において、原料A~C(214~216)は、原料タンクE、F(225、226)へと供給されるべき原料を表わしている。これらの原料は、実際には、原料タンクC、D(223、224)から供給される原料と等しくなる。この様に定義されたタンクヤードモデル及び製造モデルの各々について制約式を作成し、各モデルにおける生産計画を解とする数理計画問題を定式化する。

【0068】そして、まず製造モデルを用いて、目的とする製品を得る上で理想的な原料の性状及び供給量の計画を行なう。具体的には、図5において、製品D~M(248~253)の生産量として各々の製品の目的生産量に関する情報を使用し、製造モデルの数理計画問題を解く。これによって、製造モデルにおける生産計画の最適解として、原料ミキサA(227)及び原料ミキサB(228)の各々からプラントW、X(231、232)の各々へ供給されるべき、理想的な原料の性状及び供給量が算出されることになる。この時、原料タンクE、F(225、226)の各々へ供給される原料A~C(214~216)の性状及び供給量としては、実際の供給原料A~C(211~213)に関する情報や、タンクの初期在庫情報を利用することにより、より現実に近い解を得ることができる。

【0069】次に、タンクヤードモデルにおいて、先程の製造モデルにより計算された原料受入計画(即ち、原料ミキサA(227)及び原料ミキサB(228)の各々からプラントW、X(231、232)へ供給されるべき理想的な原料の性状及び供給量の計画)を制約条件とし、また、製造モデルで計算された理想的な原料性状に近付けること、又は、タンクを有効利用すること等を制約条件として目的関数を設定し、タンクヤードモデルの数理計画問題を解く。これによって、タンクヤードにおける運転計画の最適解として、原料タンクE(225)及び原料タンクF(226)の各々に供給されるべき原料の最適な性状、供給量及びそのためのタンクA~D(221~224)の運転計画が算出されることになる。

【0070】ここで、タンクヤードモデルで計算された、原料タンクE(225)及び原料タンクF(226)の各々に供給されるべき原料の性状及び供給量の最適値を、製造モデルにおいて使用した、原料A~C(214~216)の性状及び供給量と比較する。可能であれば、タンクヤードモデルで最適解として算出される原料ミキサA及び原料ミキサBの各々から供給される原料の性状及び供給量を、製造モデルで計算された、原料ミキサA及び原料ミキサBの各々から供給される原料の性状及び供給量により近付けるべく、担当者が必要に応じ

てタンクヤードの運転に関する外部との調整を行ない、その結果をタンクヤードモデルの制約に反映させてから再び最適化計算を行なう。こうして、タンクヤードモデルで計算された原料タンクE及び原料タンクFの各々に供給されるべき原料の性状及び供給量の最適値と、製造モデルにおいて使用した原料A~C(214~216)の性状及び供給量との差が、予め決められた許容限度内に収まる様であれば、それまで製造モデル及びタンクヤードモデルについて得られた生産計画の最適解を合わせて、プラント・コンプレックス全体に対する最終的な最適生産計画とすることができる。

【0071】一方、タンクヤードモデルで計算された原料タンクE及び原料タンクFの各々に供給されるべき原料の性状及び供給量の最適値と、製造モデルにおいて使用した原料A~C(214~216)の性状及び供給量との差が、予め決められた許容限度内に収まらない場合には、タンクヤードモデルで計算された原料タンクE及び原料タンクFの各々に供給されるべき原料の性状及び供給量を制約条件として、再び製造モデルの数理計画問題を解く。この場合、原料タンクE及び原料タンクFへの供給原料は、タンクヤードモデルで計算された実現可能な性状及び供給量であり、これによって、再び、製造モデルにおける生産計画の最適解として、制約条件を満たした、原料ミキサA(227)及び原料ミキサB(228)の各々からプラントへ供給されるべき最適な原料A~C(214~216)の性状及び供給量が、再び算出されることになる。こうして製造モデルにおいて得られた生産計画の最適解の算出結果を、先にタンクヤードモデルで得られた生産計画の最適解の算出結果と合わせて、プラント・コンプレックス全体に対する最終的な最適生産計画とする。

【0072】本実施例の場合、供給原料の性状及び供給量の整合性は、プラントへのチャージングタンクである原料タンクE(225)及び原料タンクF(226)のユニット、並びに原料ミキサA(227)及び原料ミキサB(228)のユニットを、製造モデル及びタンクヤードモデルの双方に共通に含めることにより調整され、原料タンクの在庫量で更に微調整される。上述の従来技術(2)を用いて最適生産計画を算出した場合、最終的な計算結果が原料タンクの在庫で吸収できなければ、再度タンクヤードモデルに戻って計算する必要があるが、本実施例では、製造モデルに一部タンクモデルの制約上主要な部分を含んでおり、製造モデルにおいてもタンクヤードモデルの制約条件を一部考慮する仕組みとなっているため、生産計画の自由度が大きい。従って、通常、整合性が取れない結果には成り得ず、効率的に最適生産計画を得ることができる。

【0073】

【発明の効果】本発明によれば、生産計画の対象範囲が広い場合や連続工程が複雑な場合、或いは製品デマンド

等の最終製品に関する制限条件が存在する場合でも、生産計画の最適解を効率的に算出することができる。また、生産モデルの簡略化や原料使用量等の仮定を必要としないので、算出された最適解に調整を加える必要が無く、生産計画担当者の能力等に左右されない最適生産計画を得ることができる。よって、プラント等の生産設備について、運転効率の向上及び有効活用が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の一実施形態に係る生産計画の最適化システムの構成を模式的に表わす図である。

【図2】 本発明の一実施形態に係る生産計画の最適化システムを含むデータベースシステムの構成を模式的に表わす図である。

【図3】 実施例に係る連続工程群を模式的に表わすフロー図である。

【図4】 図3の連続工程群を分割して作成したモデル（タンクヤード最適化モデル）を模式的に表わすフロー図である。

【図5】 図3の連続工程群を分割して作成したモデル（製造最適化モデル）を模式的に表わすフロー図である。

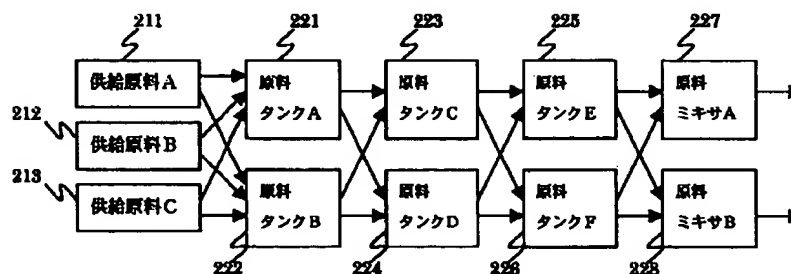
【図6】 プラント・コンプレックス（生産設備群）にて実施される連続工程の例を模式的に表わすフロー図である。

【符号の説明】

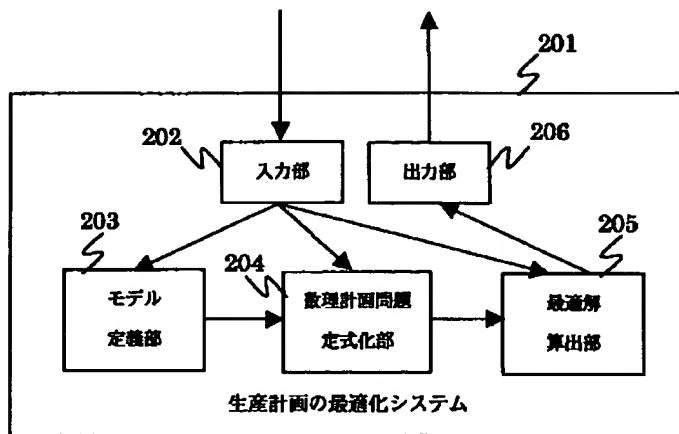
101 入力A  
102 入力B  
103 入力C  
104 入力D  
105 入力E  
111 共通データベース  
112 モデルデータベース  
121 共通データベースからのレポート  
122 モデルデータベース及び生産計画の最適化システムからのレポート  
201 生産計画の最適化システム

202 入力部  
203 モデル定義部  
204 数理計画問題定式化部  
205 最適解算出部  
206 出力部  
211 供給原料A  
212 供給原料B  
213 供給原料C  
214 原料A  
215 原料B  
216 原料C  
221 原料タンクA  
222 原料タンクB  
223 原料タンクC  
224 原料タンクD  
225 原料タンクE  
226 原料タンクF  
227 原料ミキサA  
228 原料ミキサB  
231 プラントW  
232 プラントX  
233 プラントY  
234 プラントZ  
241 製品Dタンク  
242 製品Eタンク  
243 中間製品Fタンク群  
244 製品G  
245 製品H  
246 製品I  
247 製品J  
248 製品D  
249 製品E  
251 製品Kタンク  
252 製品L  
253 製品M  
254 製品K

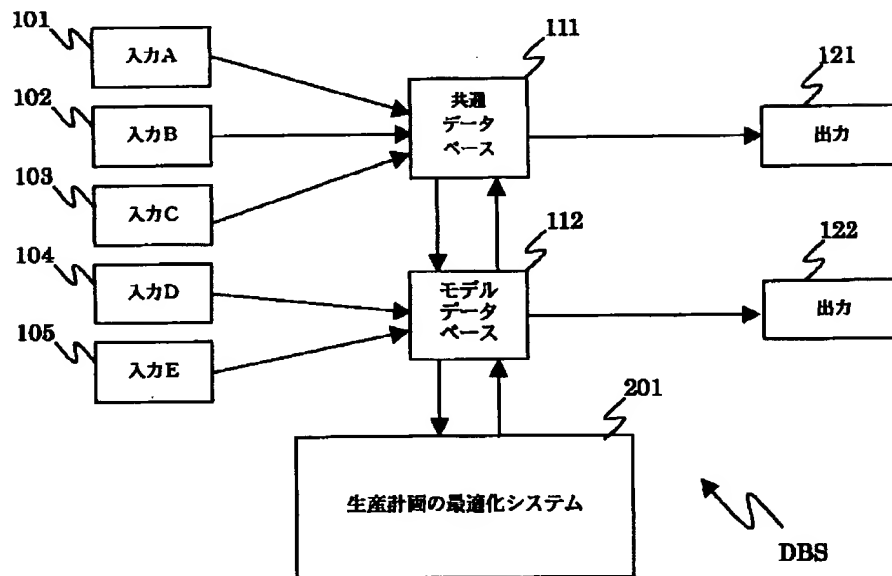
【図4】



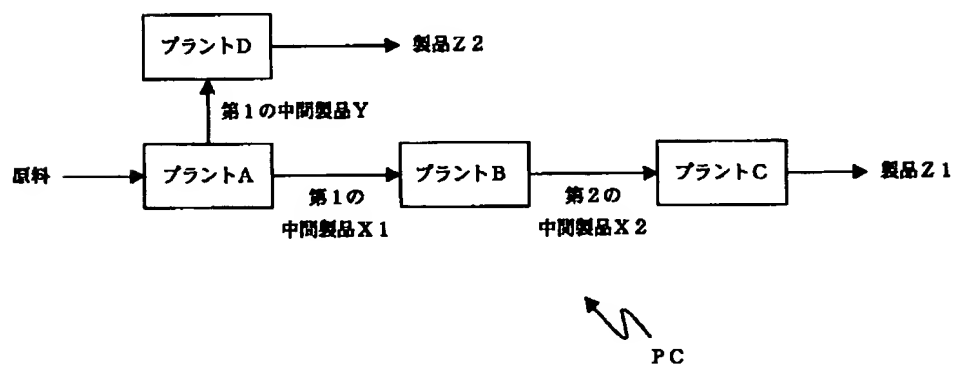
【図1】



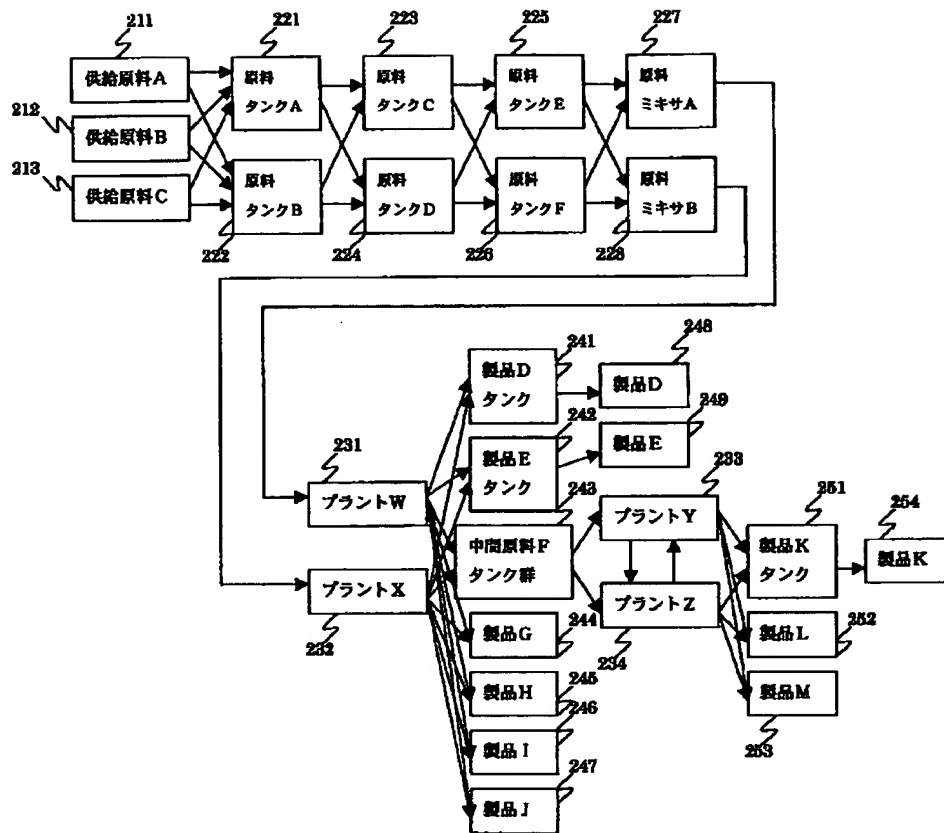
【図2】



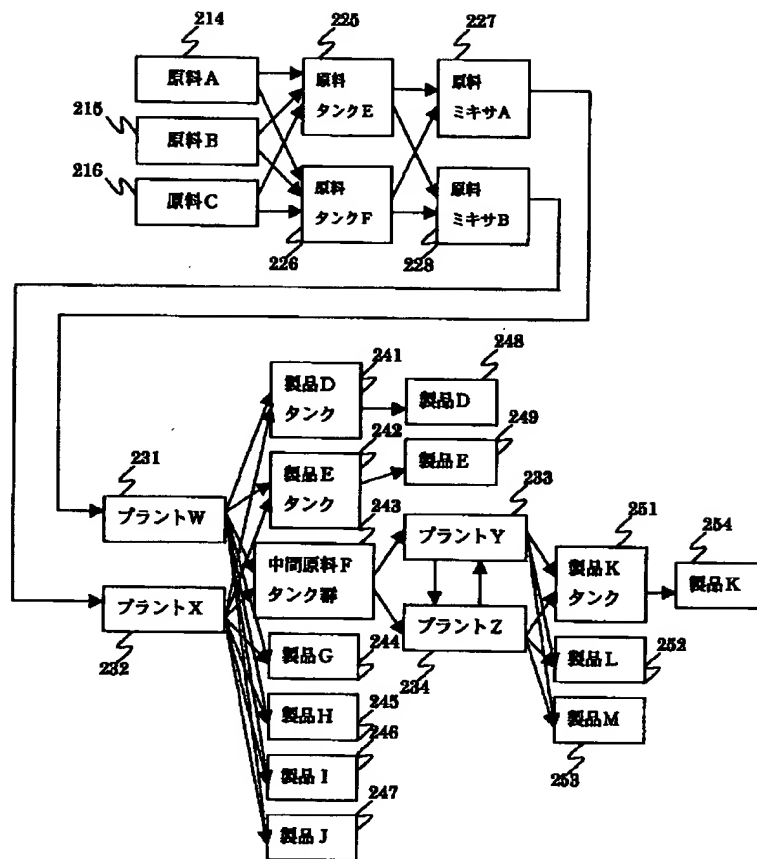
【図6】



【図3】



【図5】



フロントページの続き

(72)発明者 イアオ ビーン チョア  
 アメリカ合衆国、カリフォルニア州、マウ  
 ンテン・ビュー、カストロ・ストリート  
 444 エムシー リサーチ アンド イノ  
 ベーション センター

Fターム(参考) 3C100 AA05 AA12 BB05 BB13  
 5H004 GA34 GB01 KC06 KC10 KC13  
 LA15



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER: \_\_\_\_\_**

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**